PHILIPS

nieuws

VOOR HOBBYISTEN EN RADIOAMATEURS

AUGUSTUS 1971 - NR. 16



Bij de omslag

De demonstratiehoek Philips onderdelenpakketten op de Firato trekt iedere keer weer veel belangstellenden.

Nieuws voor hobbyisten en radio-amateurs

Nieuws voor hobbyisten en radio-amateurs is een uitgave van Philips Nederland n.v. voor iedereen die op de hoogte wil blijven van Philips' activiteiten op het gebied van elektronica-onderdelen en zelfbouwartikelen. Onder meer worden regelmatig nieuwe ontwikkelingen in de amateursector, nieuwe toepassings- en combinatiemogelijkheden van bestaande bouw- en onderdelenpakketten en instructieve artikelen over nieuwe onderdelen gepubliceerd. Opgaven voor gratis toezending, adreswijzigingen enz. kunnen worden geadresseerd aan: Nieuwsredactie, Postbus 218, Eindhoven.
Bij adreswijziging wordt inzending van de verbeterde adresband op hoge prijs gesteld.

Inhoud

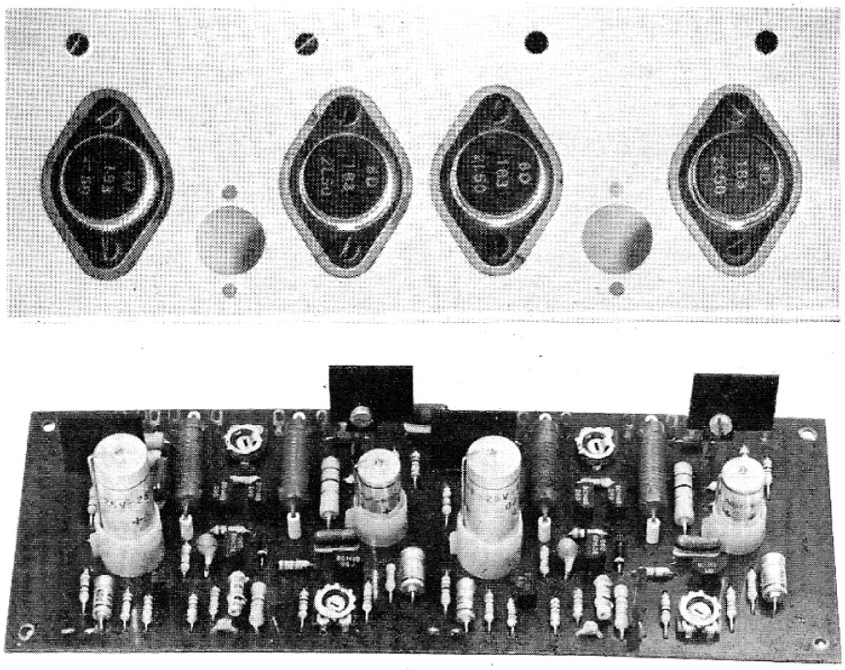
PHILIPS OP DE FIRATO

Philips is op de Firato 1971 present met veel en groot nieuws voor soldeerboutridders, audiofielen, modelbaanbrekers en al die andere hobbyisten die de elektronica tot hun speelveld hebben gemaakt.
Het heetste nieuws is te vinden in de sector onderdelenpakketten. Geen wonder, want deze mogen zich verheugen in een grote en snel stijgende belangstelling van hobbyisten van diverse pluimage.
Maar ook op andere gebieden is er nieuws dat een bezoek aan de Philips-stand de moeite waard maakt. We geven u in dit artikel vast een voorproefje.

Luidsprekercombinaties

Door combinatie van twee of meer luidsprekers uit het goed doortimmerde Philips-programma kunnen luidsprekersystemen worden samengesteld die voor elke beurs een maximum aan kwaliteit bieden. Het boekje „Luidsprekerbehuizingen voor zelfbouw", dat we zonder overdrijving een bestseller mogen noemen, geeft een groot aantal suggesties voor dergelijke combinaties, plus de bouwbeschrijvingen en tekeningen die nodig zijn om een kast te maken die uit de gekozen combinatie haalt wat erin zit.
De nieuwe Philips luidsprekerkits maken het de zelfbouwer van luidsprekerkasten nog een stuk makkelijker. De kits bevatten twee of drie luidsprekers, de benodigde scheidingsfilters, eventuele weerstanden en een uitvoerige handleiding en bouwbeschrijving van de kast. De luidsprekers zijn met zorg gekozen, zodat ze elkaar precies aanvullen en in teamverband een uitgebalanceerde weergave over het hele toongebied geven.
Op het moment zijn er vier twee- en driewegluidsprekerkits voor belastbaarheden van 10 tot 40 watt (zie tabel), waarmee het zelf bouwen van een waar-voor-uw-geld-luidsprekersysteem een peuleschilletje is. (Zie tabel 1)





NL 6920

HiFi-stereoversterker 2 × 40 W

Voor muziekliefhebbers en audio-enthousiasten is er werkelijk nieuws van kaliber: onderdelenpakket NL 6920 voor een sublieme stereo-eindversterker met een uitgangsvermogen van maar liefst 40 watt per kanaal. De prestaties van deze versterker zijn om van te watertanden: een kaarsrechte karakteristiek van zeer laag tot zeer hoog, een uiterst geringe vervorming, een buitengewoon gunstig stoorniveau en een hoge dempingsfactor. Hier is zonder meer sprake van een uitzonderlijk hoge kwaliteit.
NL 6920 is een onderdelenpakket en dus geen bouwpakket. Dat betekent dat wel alle onderdelen, inclusief de koelplaat en dergelijke, worden meegeleverd, maar geen kast, knoppen en aansluitmaterialen.
De afmetingen van de gemonteerde versterker zijn 193 × 72 × 42 mm, waarbij nog de koelplaat van 190 × 85 × 20 mm komt.
De ingangsgevoeligheid van de versterker bedraagt 400 mV voor een uitgangsvermogen van 40 watt. De „oude" onderdelenpakketten, zoals de toonregeleenheid, de afstemeenheden enz., zijn alle gebaseerd op een signaalniveau van 100 mV. Toch kan de NL 6920 worden gestuurd door een voorversterker die is opgebouwd uit deze onderdelenpakketten, mits deze wordt gevolgd door een universele voorversterker R 6905 die is ingesteld op een versterking van ongeveer vijfmaal bij een rechte karakteristiek (verbinding TR). U hoeft een bestaande voorversterker dus niet met pensioen te sturen als u zich laat overhalen tot de bouw van de nieuwe stereo-eindversterker NL 6920.
Er is echter een speciale stuurversterker voor de NL 6920 ontwikkeld, die eveneens als onderdelenpakket verkrijgbaar is. Deze NL 6923 is een stereo-voorversterker die 400 mV levert en is uitgerust met hoge- en lagetonenregeling, ruis- en dreunfilters en een fysiologische sterkteregeling die door middel van een schakelaar ook „normaal" kan worden gemaakt.
De voorversterker heeft vier ingangen: een ingang met RIAA-correctie voor MD-toonopnemers, „rechte" ingangen voor afstemeenheid en bandrecorder en een reserve-ingang. De gevoeligheid van alle ingangen is afzonderlijk instelbaar. Er is ook een uitgang voor het aansluiten van een bandrecorder, zodat via de voorversterker kan worden opgenomen.
Het spreekt vanzelf dat de kwaliteit van deze stereo-voorversterker volkomen aansluit bij die van de eindversterker. De druktoetsschakelaars voor keuze en ruis- en dreunfilters en de potentiometers voor toon- en volumeregelaars worden meegeleverd. Uiteraard wordt ook de voorversterker zonder kast geleverd. De gemonteerde voorversterker heeft de afmetingen 232 × 82 × 30 mm.
Er mankeert nu nog één ding aan ons geluk: een goede voeding die al die geperfectioneerde elektronica spijst en laaft.
Geen zorg, ook daaraan is gedacht. Er is voor de NL 6920 en de NL 6923 een speciale voedingseenheid ontwikkeld, die het typenummer NL 6924 heeft. Deze voedingseenheid, die natuurlijk ook voor andere doeleinden kan worden gebruikt,

tabel 1

Luid-spreker-combinatie	Belast-baarheid	Luidsprekers	Scheidingsfilters	Aanbevolen kastinhoud	Frequentiegebied	Impedantie
NL 1510	10 W	AD 5060 W8 AD 2070 T8	R 6908, 1500 Hz	3 liter	90 . . . 17000 Hz	8 ohm
NL 1620	20 W	AD 8065 W8 AD 5780/M4	R 6901, 500 Hz	15 liter	50 . . . 16000 Hz	8 ohm
NL 1820	20 W	AD 8065/W8 AD 5060/M8 AD 0160/T4	R 6901, 500 Hz R 6910, 5000 Hz	25 liter	45 . . . 22000 Hz	8 ohm
NL 1740	40 W	AD 1055/W8 AD 5060/M4 AD 0160/T8	R 6901, 500 Hz R 6910, 5000 Hz	35 liter	40 . . . 22000 Hz	8 ohm

levert 60 volt bij 1 ampère continu en 2,2 ampère piekstroom. De spanning is gestabiliseerd en kan desgewenst worden gewijzigd in 50 of 40 volt. De voeding is beveiligd tegen kortsluiting en wordt geheel compleet geleverd. Het onderdelenpakket bevat de transformator, de gelijkrichtdioden, de afvlakcondensatoren, de onderdelen en het montageplaatje voor de stabilisatieschakeling en de vermogenstransistor met koelplaat.
Met deze drie onderdelenpakketten kan een hoogwaardige, hypermoderne stereoversterker worden gebouwd voor een lage prijs.

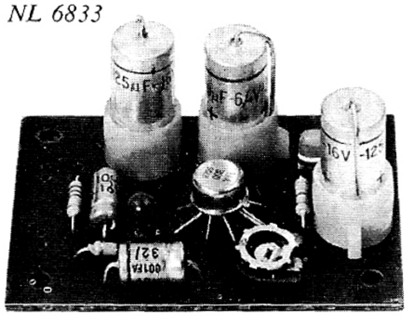
Stereoversterker 2×9 watt

Wat eenvoudiger, goedkoper en minder energiek dan de hiervoor besproken stereoversterker is de NL 6914, die niettemin heel aantrekkelijk is voor degenen die voor een klein prijsje een volwaardige stereoversterker willen bouwen. Deze versterker, die eveneens als onderdelenpakket wordt geleverd, geeft een muziekvermogen van tweemaal 9 watt (2×6 watt continu vermogen). Het pakket bevat alle onderdelen voor een complete stereoversterker, dus: voor de voorversterkers, de eindversterkers, de hoge- en lagetonenregeling en de voeding. Potentiometers, schakelaars en koelplaat worden meegeleverd, evenals een uitvoerige bouwbeschrijving en een duidelijke bouwtekening. Bij de aanbevolen opstelling van de onderdelen kan de versterker in een kast van circa 30×13×7 cm worden ondergebracht. De versterker heeft drie ingangen en een extra bandrecorderuitgang.

Versterker met geïntegreerde schakeling

Een uitgangsvermogen van 1 watt mag misschien niet veel lijken voor een muziekversterker, maar wanneer dat vermogen wordt geleverd door één enkele geïntegreerde schakeling die nauwelijks groter is dan een normale transistor, mag toch wel van een unieke technische prestatie worden gesproken. Dit onderdelenpakket, NL 6833, bevat zo'n geïntegreerde schakeling, die de functie van alle transistors en de meeste weerstanden en condensatoren uit een „normale" versterker overneemt.

NL 6833

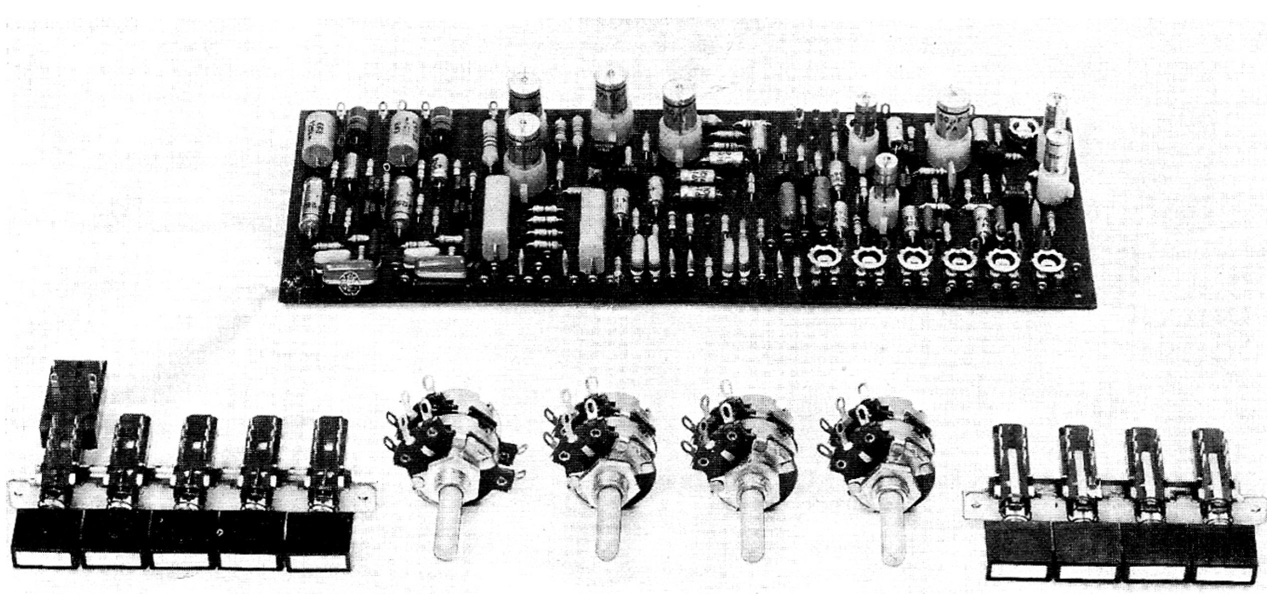


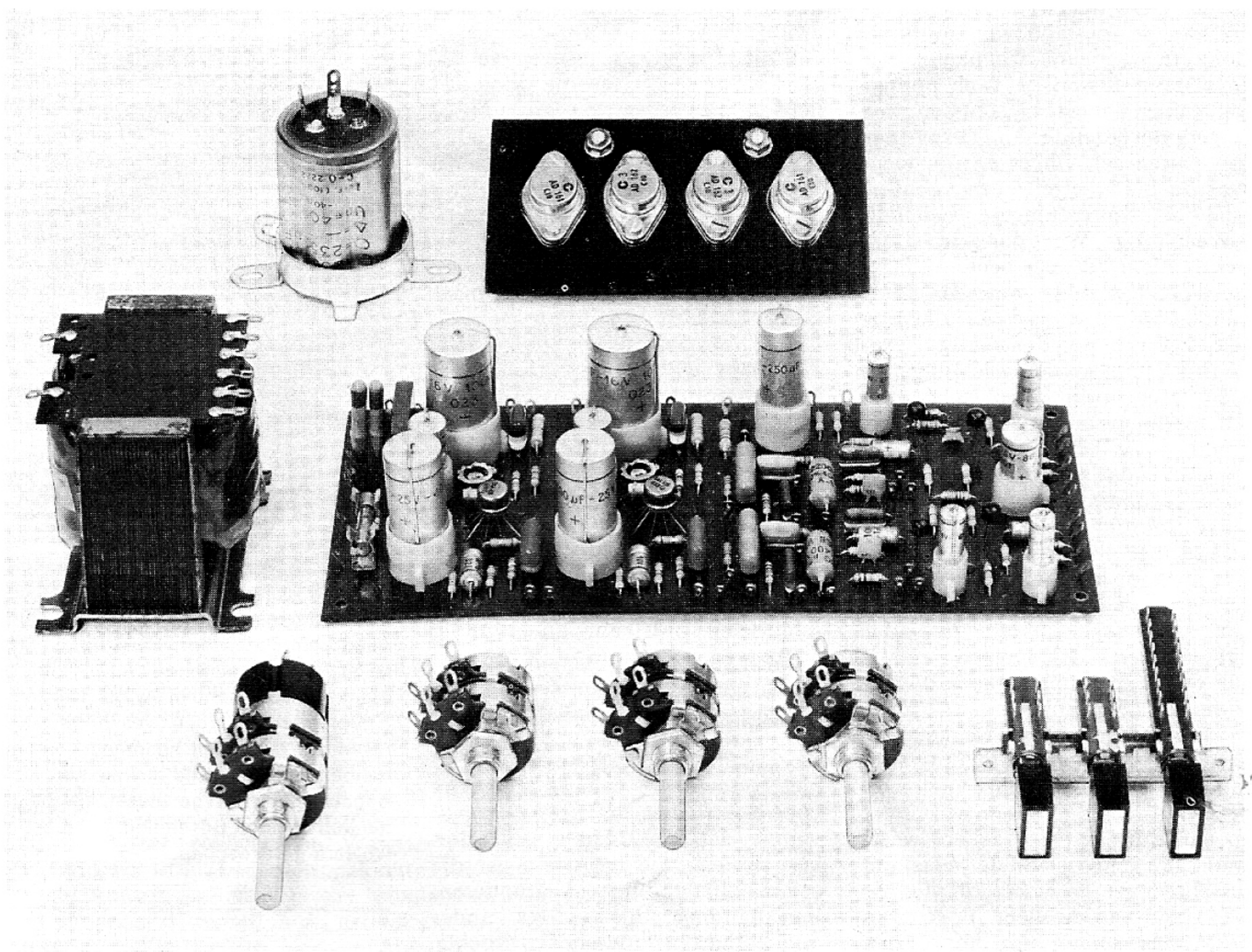
De grootste charme van dit versterkertje is de kleinheid. Zelfs wanneer er twee in een stereo-opstelling worden gebruikt zijn er nauwelijks inbouwproblemen doordat de afmetingen van het printplaatje, waarop de geïntegreerde schakeling en enkele losse weerstanden en condensatoren worden gemonteerd, slechts 61×43×30 mm bedragen, iets groter dan een luciferdoosje. Deze versterker kan worden gebruikt voor keramische en kristal-toonopnemers en afstemeenheden.

Universele knipperlichtcentrale

Voor wie de oude knipperlichtcentrale T 6502 wat te beperkt in zijn mogelijkheden vindt is er nu een nieuwe universele knipperlichtcentrale, NL 7011. Deze schakeling heeft alle eigenschappen die men aan een knipperaar kan stellen, en nog een paar meer. De beide uitgangen, die elk 0,6 ampère kunnen leveren, kunnen naar keuze gelijktijdig of in estafette werken. In het eerste geval is de verhouding licht-donker continu instelbaar, in het tweede geval de verhouding tussen de schakelduur van de beide uitgangen. Ook het knippertempo kan continu worden geregeld tussen nerveus knipperen en bedaard aan- en uitfloepen.
Door de veelzijdigheid is deze knipperlichtcentrale te gebruiken voor tal van uiteenlopende doeleinden, bij voorbeeld voor de knipperlichtjes van modelbaanoverwegen, voor miniatuur-lichtreclames en voor etalageblikvangers.

NL 6923





NL 6914

En wat nog meer?

Wat wij hier hebben besproken zijn de nieuwste nieuwigheden, heet van de naald, die op de Firato 1971 worden geïntroduceerd. In de twee jaar die zijn verstreken sinds de vorige Firato zijn er natuurlijk nog wel meer nieuwe onderdelenpakketten, bouwdozen en wat dies meer zij gelanceerd, maar de meeste zijn reeds in Nieuws voor Hobbyisten besproken.
Op de Philips-stand van de Firato zullen alle onderdelenpakketten en bouwpakketten, oud of nieuw, worden getoond en gedemonstreerd. Verder zal een overzicht worden gegeven van de losse onderdelen, zoals luidsprekers, transistors, weerstanden en zo voort, die via de detailhandel verkrijgbaar zijn. Er zijn ook enkele nieuwe jeugddozen, waaronder een chemische en enkele elektronische dozen.
Kortom, wat uw belangstelling ook heeft, een bezoek aan de Philipsstand is zeer zeker de moeite waard.

Hoe veilig is uw apparatuur?

Het is een menselijke zwakheid te wennen aan gevaarlijke toestanden en na enige tijd niet meer stil te staan bij die gevaren. Welke hobbyist durft met zijn hand op zijn hart te verklaren dat hij nooit eens een prik heeft gehad van de volle netspanning? Gelukkig loopt het meestal goed af, anders zouden er niet zoveel hobbyisten meer zijn. Maar toch is het goed je eens af te vragen welke risico's het stoeien met elektriciteit met zich meebrengt.

Het risico van een elektrische schok

Het risico van een elektrische schok hangt hoofdzakelijk af van twee dingen: de stroomsterkte door ons lichaam en de weg die de stroom neemt. Verder spelen nog individuele omstandigheden een rol. De een is nu eenmaal gevoeliger voor elektriciteit dan de ander. Betekent dit dat de spanning geen rol speelt en dat we met een penlight-batterijtje even voorzichtig moeten omspringen als met het lichtnet?
De verklaring geeft de aloude wet van Ohm. Als u in het bezit bent van een goede ohmmeter, is het interessant eens de weerstand tussen verschillende punten van uw lichaam te

meten. Deze weerstand is afhankelijk van de toestand van uw huid. Ook is de weerstand afhankelijk van de afstand tussen de twee punten waartussen u meet; hij is tussen twee vingers van dezelfde hand dus kleiner dan tussen een vinger en een teen. Wat de huid betreft: een vochtige huid heeft een veel lagere weerstand dan een droge. Wees dus extra voorzichtig als u bezweet bent.
Gewapend met de wet van Ohm kunnen we de wonderbaarlijke vogeltjes verklaren, die rustig zitten op 10-kV hoogspanningsleidingen en even later vrolijk weer wegfladderen, terwijl je zou verwachten ze verkoold uit de lucht te zien tuimelen. De grap is dat ze met hun hele lijfje onder spanning komen te staan, maar doordat ze nergens contact maken met de aarde loopt er geen stroom door hun lichaam. Dezelfde verklaring geldt voor de onverstoorbare spoorwegbeambten, die vanaf het geïsoleerde dak van een treinstel aan onder spanning staande bovenleidingen sleutelen.
Maar wat gebeurt er als we met onze wijsvinger de „hete" netleiding aanraken, terwijl we met onze voeten op de grond staan? Tussen wijsvinger en aarde bestaat een zekere weerstand, die gelijk is aan de weerstand tussen vinger en voetzool plus de weerstand van de vloer. Is één van deze weerstanden erg hoog, dan gaat er maar een klein stroompje lopen, dat niet zo gevaarlijk is.
Daarom is het veiliger met rubber schoenen (hoge weerstand) op een houten vloer (hoge weerstand) te staan dan met blote voeten in een plas water. In dat laatste geval is de totale weerstand zo laag, dat er bij een lage spanning al een grote en misschien zelfs dodelijke stroom gaat lopen. Dit verklaart het grote gevaar dat niet-geaarde wasmachines opleveren.
Hieruit blijkt dus dat de hoogte van de spanning wel degelijk een rol speelt, al is uiteindelijk de stroomsterkte bepalend, want hoe hoger de spanning is, des te groter zal in een bepaalde situatie ook de stroom zijn.

De stroomweg

Nu is het mogelijk dat we goed geïsoleerd zijn met rubber schoenen, maar dat we met een wijsvinger de „hete" netleiding aanraken en met de middelvinger van dezelfde hand de nulleiding. Dan gaat er een forse stroom van de ene vinger naar de andere, door de hand. Dat kan een paar vingers kosten, maar de kans dat deze schok dodelijk is, is niet groot.
Om dit te verklaren moeten we nagaan welke weg de stroom door ons lichaam neemt en wat die stroom eigenlijk aanricht. Om te beginnen met het laatste: spieren reageren op elektrische prikkels, waardoor ze bij een voldoende grote stroom geactiveerd raken. Daardoor komt het dikwijls voor dat mensen een onder spanning staande leiding niet meer kunnen loslaten.
De stroom kiest de kortste weg tussen de twee punten waartussen de spanning optreedt. Het is bijzonder gevaarlijk als het hart zich op de weg van de stroom bevindt, want het hart is een spier die bij stroomdoorgang samentrekt. Als de stroom lang genoeg aanhoudt ontstaat dus het gevaar van hartstilstand.
Wanneer zeer grote stroomsterkten optreden, kunnen verbrandingsverschijnselen ontstaan, onverschillig welke weg de stroom neemt.

Veiligheid in de praktijk

Deze sombere beschouwingen zijn niet bedoeld om u bang te maken voor elektriciteit, maar om u erop te wijzen dat elektriciteit gevaarlijk kàn zijn en enkele tips te geven die een maximale veiligheid garanderen. Een spanning van 40 volt kan onder ongunstige omstandigheden (vochtige huid) al gevaarlijk zijn.

Nu de tips:

1.
Wees in ieder geval voorzichtig met apparaten waarin spanningen hoger dan 24 volt voorkomen. In dit opzicht is transistorapparatuur veiliger dan buizenapparatuur.

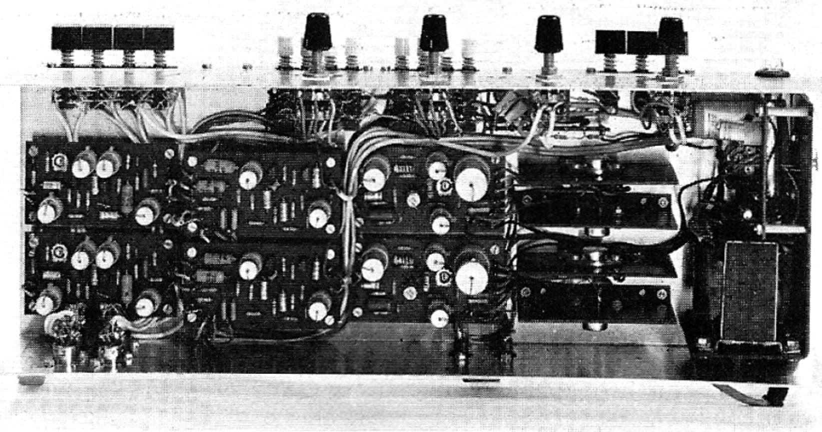
2.
Werk bij voorkeur niet aan apparaten die met het net verbonden zijn. Trek de steker uit het stopcontact als u aan zo'n apparaat wilt sleutelen, want het kan voorkomen dat de aan/uit-schakelaar slechts één van de leidingen verbreekt en dan hebt u geen enkele garantie dat dat juist de fazeleiding is, die 220 volt t.o.v. aarde voert.

3.
Denk niet dat het aarden van een apparaat door middel van een stopcontact met randaarde altijd veiliger is, want als u aan een geaard toestel werkt en per ongeluk de 220-volts leiding aanraakt, loopt u een veel groter risico dan wanneer het apparaat niet geaard is. Houd daarom als stelregels aan dat apparaten waarbij u niet aan de spanningvoerende delen kunt komen geaard moeten zijn (wasmachines, centrifuges enz.) en dat apparaten waarbij u wel spanningvoerende delen kunt aanraken (een geopende versterker o.i.d.) niet geaard moeten zijn.

4.
Moet u toch aan een onder spanning staand apparaat werken, zorg dan dat u goed geïsoleerd bent (rubber schoenen, goed isolerende vloerbedekking) en laat de ene hand niet weten wat de andere doet: steek één hand in uw zak. Dan kunt u nooit met uw handen twee punten aanraken die een groot spanningsverschil hebben. Bedenk altijd dat uw hart zich ongeveer halverwege tussen uw beide handen bevindt. Bovendien: gebruik geïsoleerd gereedschap.

5.
Bedenk dat ook transistortoestellen die uit het net gevoed worden, gevaarlijke punten hebben; isoleer de punten waar 220 volt op kan staan.

6.
Moet u veel werken aan onder spanning staande apparaten of met op het net aangesloten gereedschap (boormachines, soldeerbouten), overweeg dan het gebruik van een scheidingstransformator. Deze leveren secundair 220 volt, dus even veel als de primaire netspanning. Het net is echter aan één kant geaard, zodat u maar één netleiding (de fazeleiding) hoeft aan te raken om een schok op te lopen. De scheidingstransformator is secundair niet geaard, zodat u allebei de aansluitingen tegelijk zou moeten aanraken om een schok te krijgen en die kans is natuurlijk veel kleiner.
Een dergelijke scheidingstransformator moet twee van elkaar geïsoleerde wikkelingen hebben. Verhuistransformatoren zijn meestal z.g. autotransformatoren, waarbij primaire en secundaire wikkeling niet van elkaar geïsoleerd zijn. Een verhuistransformator geeft dus geen veiligheid, hoogstens een misplaatst gevoel van veiligheid.



Een stereoversterker met onderdelenpakketten

In Nieuws voor Hobbyisten nr. 14 speelden wij domino met onderdelenpakketten. Door de „dominostenen", die elk een onderdelenpakket vertegenwoordigen, aan elkaar te schuiven kon worden nagegaan of een bepaalde schakelingopbouw geoorloofd is. Alles onder het motto: als het past, dan mag het. De daarbij verkregen schakelingopbouw is echter zeer schetsmatig en er valt onder andere niet uit af te lezen hoe bij voorbeeld elke schakeling op de voedingsspanning moet worden aangesloten. Bij eenvoudige opstellingen levert dat ook niet zoveel problemen op. Wanneer men echter een volledige stereoversterker opbouwt uit onderdelenpakketten, moeten er toch wel bepaalde regels in acht worden genomen om een bromloos en genereervrij geheel te krijgen. Om die reden geven wij in dit artikel een overzicht van de wijze waarop uit onderdelenpakketten een complete stereoversterker kan worden opgebouwd. De daarbij te nemen maatregelen zijn algemeen en gelden dus ook voor andere versterkers.

Algemene opzet

Om te beginnen stellen we vast wat we van de versterker verwachten, bij voorbeeld:

- hij moet geluid op huiskamerniveau leveren
- hoge en lage tonen moeten afzonderlijk regelbaar zijn
- ruisen en dreunen moeten, indien nodig, geëlimineerd kunnen worden
- hij moet ingangen hebben voor bandrecorder, radio, keramische of kristaltoonopnemer, MD-toonopnemer en/of microfoon
- het moet mogelijk zijn via de versterker bandopnamen te maken.

Aan de hand van deze wensen kan met behulp van het „dominospel" een globale opstelling worden gemaakt. We hebben in elk geval een eindversterker (R 6834), een toonregeleenheid (R 6903) en een ruis- en dreunfilter (R 6913) nodig. Het blijkt dat de bandrecorder, de radio en de keramische of kristaltoonopnemer direct op het ruis- en dreunfilter aangesloten kunnen worden. Daarom maken we twee omschakelbare ingangen direct op het ruis- en dreunfilter (ingangen I en II).
MD-toonopnemer en microfoon kunnen niet zonder meer op de R 6913 worden aangesloten; er moet een universele voorversterker R 6905 aan te pas komen. Deze kan vast worden ingesteld voor een van beide „geluidsbronnen" maar kan ook omschakelbaar worden gemaakt.
Ingangsbus III wordt met de ingang van deze versterker verbonden.
Nu moeten we nog de mogelijkheid scheppen via de versterker bandopnamen te maken. Dit kan met behulp van een weerstand van 1 megohm, die op de uitgang van het ruis- en dreunfilter is aangesloten en die naar de aansluitbus voor de bandrecorder (ingang I) gaat.
Omdat we een stereoversterker willen maken, wordt alles dubbel uitgevoerd. Tenslotte moet de zaak nog worden gevoed. We kiezen daarvoor de gestabiliseerde voedingseenheid R 6822.
Uiteraard is het mogelijk om meer of minder ingangen toe te passen; zo kan b.v. een afzonderlijke microfooningang worden gemaakt (drukknop en 2 × R 6905 extra) of een afzonderlijke ingang voor kristaltoonopnemer (alleen drukknop extra) of kan de versterker alleen voor MD-toonopnemer worden ingericht (geen keuzeschakelaar nodig).

Opstelling en aarding

Iedere bouwer van laagfrequentversterkers wordt bij voortduring belaagd door twee kwade geesten: brom en instabiliteit. Brom wordt altijd veroorzaakt doordat de voedingstransformator of het netsnoer ergens een 50-Hz wisselspanninkje opwekt. Het is duidelijk dat de voorversterker het gevoeligst is voor brom doordat zelfs het kleinste spanninkje, vele duizenden malen versterkt door de volgende schakelingen, een niet te verwaarlozen brom aan de luidspreker doet ontsnappen. Eenzelfde spanning, in de eindversterker opgewekt, wordt niet veel meer versterkt en is dan nauwelijks waarneembaar. Houd daarom het voedingsapparaat en het netsnoer zo ver mogelijk verwijderd van de ingangsschakelingen. Er blijft dan maar één aanvaardbare plaats voor de voeding over: bij de eindversterkers.
Een tweede maatregel ter vermijding van brom is alle verbindingen zo kort mogelijk te houden. Maak van uw versterker geen bord spaghetti, plaats de ingangsbussen zo dicht mogelijk bij de voorversterkers en bij de ingangsdruktoetsschakelaars; monteer de ruis- en dreunschakelaars zo dicht mogelijk bij de ruis- en dreunfilters; plaats ook de toonregelaars zo dicht mogelijk bij de R 6903's en zo voort. Zorg dat de uitgang van de ene schakeling zo dicht mogelijk bij de ingang van de volgende zit.
Het schema van afbeelding 1 geeft al in grote lijnen deze opstelling aan, maar in werkelijkheid kunnen de schakelingen vlak tegen elkaar aan geplaatst worden. Dat heeft als bijkomend voordeel dat de versterker niet groter wordt dan strikt nodig is.
Nog een belangrijk punt: zorg ervoor dat de beide kanalen zoveel mogelijk symmetrisch zijn.
Het is buitengewoon belangrijk dat de massaverbindingen goed worden gelegd. Deze zijn in afbeelding 1 nauwkeurig aangegeven. Het is dan ook zaak dat u goed kijkt hoe de mantels van het afgeschermde draad, dat overal voor de signaalleidingen wordt gebruikt, zijn doorverbonden.

Dit is niet alleen ter voorkoming van brom en instabiliteit (genereren!), maar ook omdat de min van de voedingsstroom via deze afschermingen loopt. De min-aansluitingen van R 6905, R 6913 en R 6903 zijn immers niet verbonden? Als u ergens één van deze doorverbindingen vergeet, kunnen één of meer schakelingen stroomloos komen te staan.
Een metalen kast of freem mag maar op één punt met de massa van de schakeling worden verbonden; dit punt bevindt zich nabij het gevoeligste deel van de schakeling: bij de ingang van de beide voorversterkers. Laat u niet verleiden, als u ergens een schakeling of onderdeel moet aarden, daarvoor het freem te gebruiken, maar neem daarvoor altijd de juiste aardleiding, die via afschermingen en montageplaatjes als een rode draad door de schakeling loopt.
Let op dat de afscherming aan de ingang van de linker-eindversterker niet met het massapunt van die versterker is verbonden, maar bij de rechter-eindversterker wel.

Voeding

De voedingseenheid R 6822 is ingesteld op 15 volt, waarmee de beide eindversterkers rechtstreeks worden gevoed. Ter verzekering van een goede ontkoppeling zijn de overige eenheden gevoed via een weerstand van 270 ohm en de voorversterkers nog weer via een extra weerstand van 120 ohm. Daardoor krijgen deze schakelingen een spanning die lager is dan 15 volt, namelijk ongeveer 12 en 11,5 volt. R 6903's en R 6905's zijn ingesteld op 9 volt (zie handleidingen).

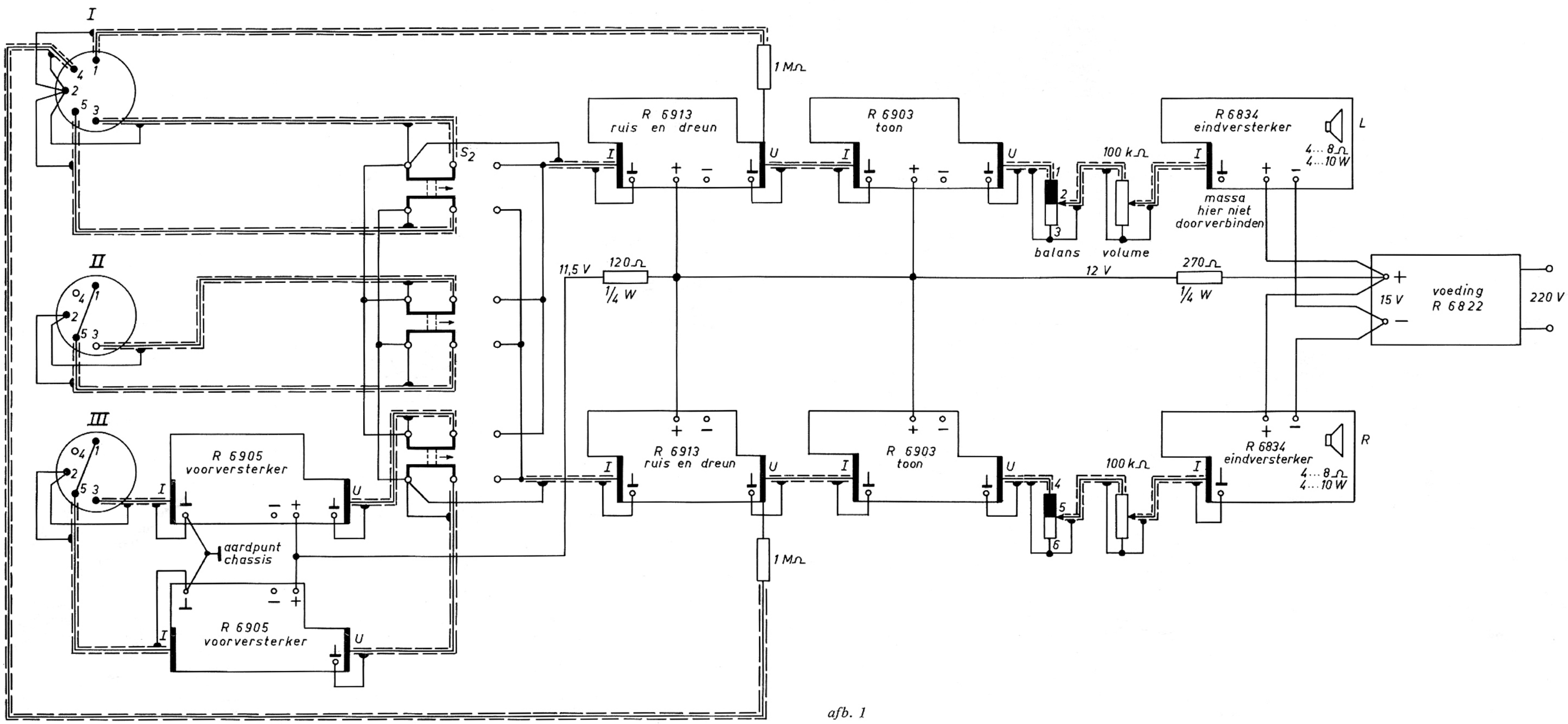
Schakelaars en sterkteregelaar

Met een schakelaar (S_1) kan de versterker op mono geschakeld worden. Deze schakelaar dient tussen de ingangen van beide R 6913's te worden aangesloten. S_2 is opgebouwd uit drie druktoetsschakelaars voor elke ingang één met elk ten minste twee omschakelcontacten. Laat u niet in de war brengen door de schijnbaar verwarde aansluitingen van S_2. De links getekende contacten zijn alle verbonden met de massa van de bijbehorende versterkerhelft. Daarmee worden ongewenste bijgeluiden voorkomen. Neem voor S_2 gekoppelde druktoetsschakelaars, waarbij de ingedrukte toets lost als een andere wordt ingedrukt.
In afbeelding 1 is een normale volumeregelaar getekend. Het in de onderdelenlijst aangegeven type kan echter ook als een uitschakelbare fysiologische sterkteregelaar worden gebruikt; zie het schema in Nieuws nr. 15, blz. 14. De balansregelaar is in de schakeling opgenomen op de wijze die is aangegeven in Nieuws nr. 15 op blz. 16.

Verklaring schema

Complete stereoversterker, opgebouwd uit Philips onderdelenpakketten. Neem voor de met stippellijnen omgeven leidingen afgeschermd draad waarvan de mantel dient om de verschillende massapunten van de schakelingen en de potentiometers door te verbinden. Alleen aan de ingang van de linker-eindversterker is de afscherming onderbroken.

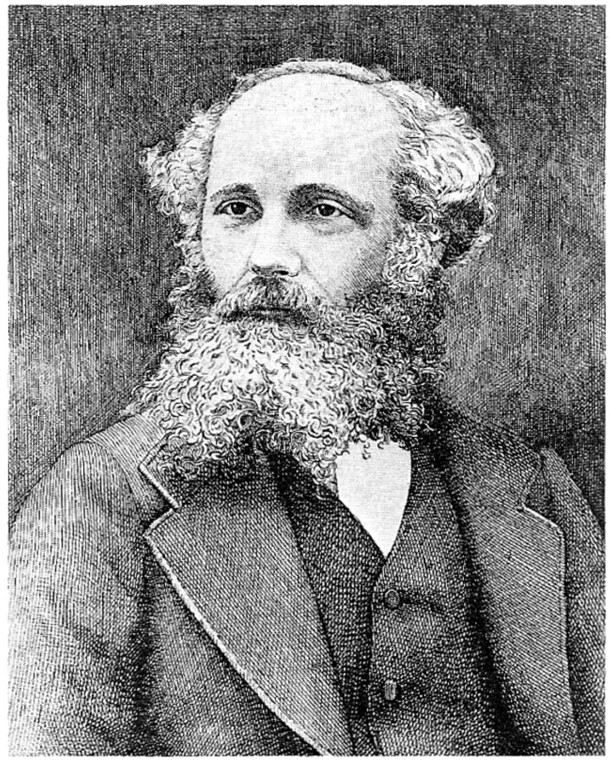
Ingang I — *Bandrecorder, opname en weergave*
Ingang II — *Radio, afstemeenheid, keramische toonopnemer of kristaltoonopnemer*
Ingang III — *HiFi-keramische of magnetodynamische toonopnemer of microfoon*
Balansregelaar: — *2×100 kΩ met zilverbanen, Philips type 2322 360 70792*
Sterkteregelaar: — *2×100 kΩ logaritmisch (met aftakking), Philips type 2322 360 70777*
Toonregeling: — *2 potentiometers, 2× 100 kΩ lin., Philips type 2322 360 70711*
S_1: *stereo/monoschakelaar, enkelpolig aan-uit*
S_2: *drievoudige druktoetsschakelaar voor keuze van de ingang*



afb. 1

MAXWELL

De profeet van de radio



In de geschiedenis van de elektronica neemt Maxwell de positie in van profeet, een unieke positie omdat profetieën in de wetenschap en de techniek zeldzaam zijn. Meestal immers loopt de theoretische verklaring van verschijnselen achter de ontdekking ervan aan. Met zijn voorspellingen heeft Maxwell de weg gewezen naar de geweldige ontwikkeling van de radiotechniek, hoewel hij zich onmogelijk een voorstelling zal hebben kunnen maken van de wereldomvattende gevolgen die zijn voorspellingen zouden krijgen. Letterlijk wereldomvattend, want de „radio", tegenwoordig meestal communicatietechniek genaamd, is in staat alle punten van onze planeet met elkaar te verbinden.

Uit de radiotechniek van weleer hebben zich vele andere technieken ontwikkeld, die we kunnen samenvatten onder de naam elektronica. De betekenis daarvan zal wel niemand in twijfel willen trekken. Toch is het misschien leerzaam om eens te kijken hoe het allemaal begonnen is.

Maxwell en de wiskunde

James Clerk Maxwell aanschouwde in 1831 in de Schotse stad Edinburg het licht, dat zo'n belangrijke rol in zijn leven zou gaan spelen. Al op jonge leeftijd werd zijn wiskundeknobbel zichtbaar. Toen hij veertien was won hij de wiskundepenning van de academie in Edinburg voor zijn ontdekking dat met twee punaises, een slap touwtje en een potlood een pracht van een ellips kan worden getekend. De wiskunde zou zijn belangrijkste gereedschap worden.

Lang voordat hij twintig was stuurde hij twee verhandelingen, over cycloïden en over het evenwicht van veerkrachtige lichamen, naar de Royal Society, een gemeenschap van knappe maar wat stijve geleerden, die het ongepast vonden dat een snotaap in hun gelederen verhandelingen zou voordragen. Omdat Maxwells theorieën toch wel de moeite waard waren, werden ze door iemand anders aan de verzamelde geleerden voorgelezen.

In 1850 werd Maxwell, die toen negentien jaar was, ingeschreven als student in de wis- en natuurkunde aan de universiteit van Cambridge. Binnen vier jaar had hij zijn graad op zak en nog twee jaar later, nauwelijks 25 jaar oud, werd hij hoogleraar in de natuurfilosofie te Aberdeen.

Buiten zijn professorale besognes vond hij tijd voor zijn plezierigste bezigheid: toepassen van de wiskunde op natuurkundige verschijnselen, met name op de ervaringen van Faraday. In 1864 publiceerde hij zijn eerste gedachten hierover en in 1873 verscheen „Treatise on Electricity and Magnetism", dat tot op de dag van vandaag een standaardwerk is op het gebied van de elektromagnetische verschijnselen. De theorie in dit werk, dat bij zijn verschijnen erg revolutionair was, is nog steeds tot in alle details geldig. Waarom was dit boek zo belangrijk?

Het raadsel van het licht

Eeuwenlang hebben de natuurkundigen geprobeerd de aard van het licht te doorgronden. Er ontwikkelden zich twee tegengestelde meningen, die beide gebaseerd waren op waarnemingen, maar die geen van beide rechtstreeks konden worden bewezen. De Engelsman Isaac Newton (1642-1725), vermaard vanwege de vallende appel, publiceerde in 1684 de theorie dat het licht uit kleine deeltjes moest bestaan. Deze z.g. emissietheorie was voor Newton de enige mogelijkheid om de terugkaatsing van het licht te verklaren.

Zes jaar later verkondigde de Nederlandse natuurkundige Christiaan Huygens (1629-1695) echter de z.g. golftheorie van het licht. En ook Huygens had goede argumenten voor zijn opvatting, want breking en afbuiging konden volgens hem alleen worden verklaard als men aannam dat licht een golfbeweging was. Een moeilijkheid bij Huygens' theorie

was dat proeven hadden aangetoond dat licht zich ook door het luchtledige voortplant, waardoor de vraag rees: wat golft er dan? Newton zei: „daar heb ik je, licht kan zich alleen maar in het luchtledige voortplanten als het uit deeltjes bestaat", maar Huygens omzeilde deze moeilijkheid door het bestaan van een „aether" aan te nemen, een zeer fijne stof die alle andere stoffen en ook de lege ruimte vult. Omdat het bestaan van deze aether nooit is aangetoond, waren de meeste fysici in de zeventiende eeuw geporteerd voor Newtons emissietheorie.

Voordat we gaan zien wie van de twee, Newton of Huygens, uiteindelijk gelijk heeft gekregen, gaan we eerst nog even terug naar de onderzoekingen van de Engelse natuurkundige Michael Faraday.
Faraday ontdekte dat gepolariseerd licht, dat op een bepaalde manier door een plaatje zwaar glas valt, een draaiing ondergaat als in dat plaatje een magnetisch veld bestaat. Deze onbelangrijk schijnende proef toonde aan dat er verband bestaat tussen licht en magnetisme.
Met andere proeven had Faraday het verband aangetoond tussen elektriciteit en magnetisme.
Helaas had Faraday van de wiskunde, die zo'n belangrijke rol speelt in de natuurkunde, weinig kaas gegeten. De verschijnselen die hij aan het licht bracht waren voor hem raadselachtige feiten, waarmee hij verder niet veel kon doen.
Maxwell wel. De Schot was in de eerste plaats wiskundige, maar daarnaast had hij grote belangstelling voor het toepassen van de wiskunde op natuurkundige verschijnselen.

Elektromagnetische velden

Maxwell redeneerde als volgt. Wanneer door een draad een stroom vloeit, ontstaat volgens de proeven van Faraday om die draad een magnetisch veld. Omgekeerd veroorzaakt een magnetisch veld een elektrisch veld, dat op zijn beurt weer een magnetisch veld voortbrengt. Elektrische en magnetische velden kunnen dus niet afzonderlijk bestaan en houden elkaar in leven.
Maxwell toonde zuiver wiskundig aan hoe deze velden zich zouden behoren te gedragen en hij maakte duidelijk dat ze niet alleen om een stroomvoerende geleider of bij magneetpolen optreden, maar ook in de lucht en zelfs in de lege ruimte kunnen bestaan. Omdat elektrische en magnetische velden altijd samengaan, noemde hij ze elektromagnetische velden.
Toen hij eenmaal zo ver was, kon hij berekenen hoe sterk het elektromagnetische veld is in een punt dat op een bepaalde afstand van de „bron" is gelegen, wanneer in de bron een wisselstroom met een bepaalde frequentie en een zekere stroomsterkte loopt. Die bron, die wij een zendantenne zouden noemen, was voor Maxwell een zuiver denkbeeldig ding, een wiskundig model van iets dat nog niet bestond.
Met deze theorie maakte Maxwell het duidelijk dat er elektromagnetische golven moesten bestaan en hij gaf nauwkeurig aan hoe die zich zouden gedragen.
Wij weten nu dat radiogolven zulke elektromagnetische golven zijn, maar in die jaren wist niemand nog van hun bestaan. Daarom werd Maxwells theorie met een schepje zout genomen, totdat het bestaan van radiogolven experimenteel kon worden bevestigd.

Hertz

De eer Maxwells theorie te bevestigen was voorbehouden aan de Duitse natuurkundige Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894), hoogleraar aan de Technische Hogeschool te Karlsruhe. Deze probeerde in 1885, twaalf jaar na het verschijnen van Maxwells profetische standaardwerk, het bestaan van de voorspelde elektromagnetische golven aan te tonen. Hij knutselde een primitieve zender in elkaar, bestaande uit een inductor (de bekende klos van Rhumkorff) en twee koperen bollen, waartussen vonken oversprongen. Eigenlijk was dit dus een vonkzender, zoals die in het begin van het radiotijdperk werd gebruikt.
Op enige afstand stelde hij een metalen plaat op, waarvan hij verwachtte dat die de door Maxwell voorspelde elektromagnetische golven zou terugkaatsen, zodat tussen plaat en zender z.g. staande golven zouden ontstaan. De ontvanger bestond uit een eenvoudige trillingskring, eveneens met twee koperen bollen.
Met dit instrumentarium verrichtte Hertz de proeven die onomstotelijk het bestaan van elektromagnetische golven aantoonden. Hij kon zelfs de golflengte van de golven bepalen. Al zijn bevindingen klopten nauwkeurig met de theoretische bespiegelingen van Maxwell. Kortom: Hertz toonde aan dat er radiogolven bestonden, die zich precies zo gedroegen als de elektromagnetische golven die Maxwell beschreven had en dat het dus mogelijk moest zijn informatie draadloos over te brengen.

Heinrich Rudolf Hertz



Maxwell en het licht

Eén van de geniaalste voorspellingen van Maxwell was de voortplantingssnelheid van de voorspelde elektromagnetische golven. Hij wist dat een soort wet van Ohm geldt zowel voor het magnetische als voor het elektrische veld. Zoals bekend is, heeft een geleider een bepaalde weerstand, die de stroom bepaalt die bij een bepaalde spanning zal gaan vloeien. In het artikel over Ohm in Nieuws nr. 11 hebben wij geschreven dat deze wet eigenlijk een zeer algemene natuurwet is van oorzaak en gevolg: de spanning is de oorzaak, de stroom het gevolg. De weerstand maakt uit hoeveel gevolg een bepaalde oorzaak heeft: hoe groter de weerstand, des te kleiner de stroom bij een bepaalde spanning. Het begrip weerstand kan worden vervangen door „geleidingsvermogen", de „omgekeerde weerstand". Dan geldt: hoe groter het geleidingsvermogen, des te groter de stroom bij een bepaalde spanning.
Voor het elektrische veld geldt precies hetzelfde: hoe groter het „geleidingsvermogen voor elektrische velden", des te groter is de elektrische flux (het aantal krachtlijnen) bij een bepaalde elektrische veldsterkte. Het geleidingsvermogen voor elektrische velden noemt men de „diëlektrische constante", aangeduid met de Griekse letter ε.
Voor magnetische velden geldt: hoe beter het magnetische geleidingsvermogen, des te groter de magnetische

(Slot op pagina 14)

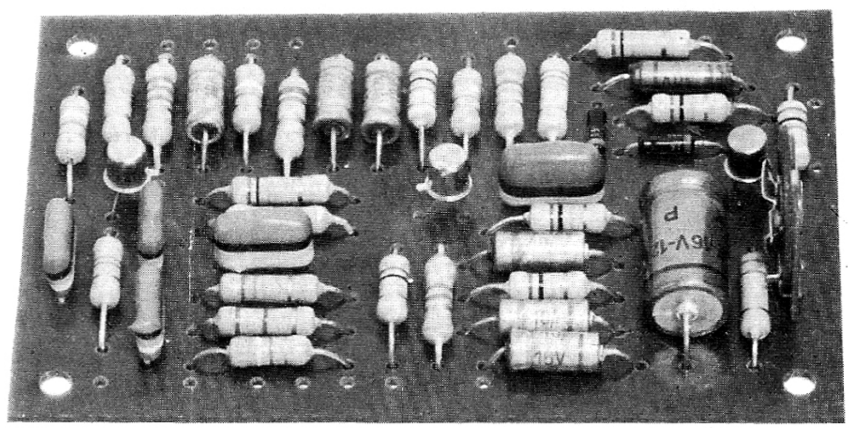
Philips onderdelenpakketten

Het is een goede gewoonte in deze uitgave van tijd tot tijd enige aandacht te wijden aan enkele Philips onderdelenpakketten.
In dit artikel komen er drie aan de orde. De eerste twee, de transistortester en de 1000-Hz-generator, kan eigenlijk geen enkele rechtgeaarde amateur ontberen. Tot besluit zal de middengolfafstemeenheid R 6902 worden besproken.

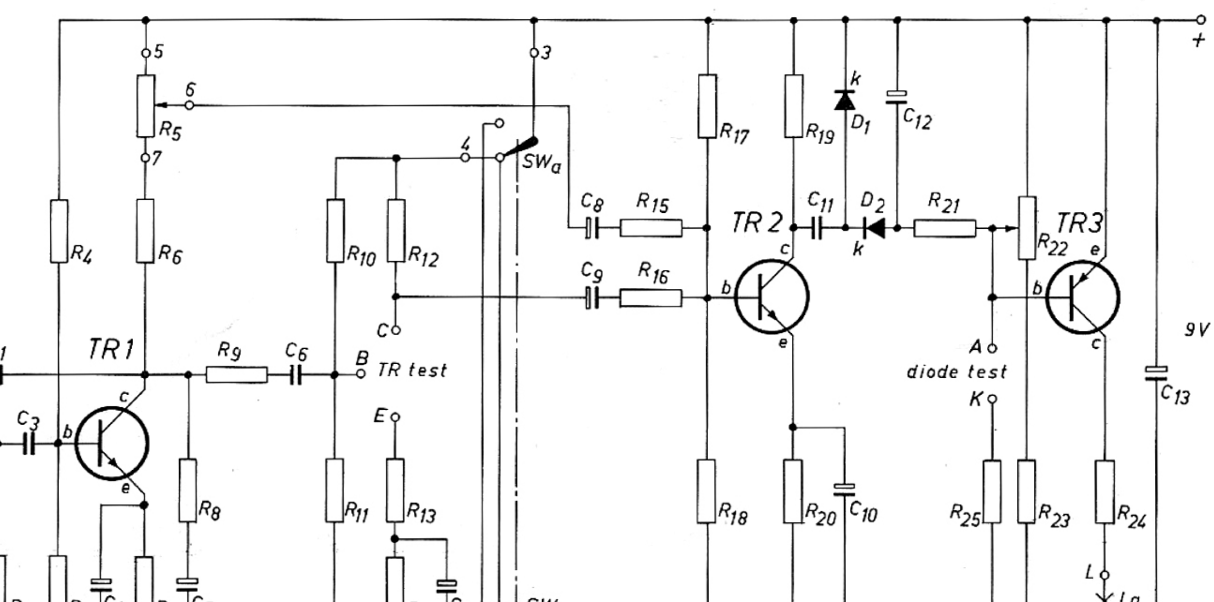
Transistor- en diodetester R 6831

Met de transistor- en diodetester R 6831 kunnen alle soorten transistors en dioden op eenvoudige en snelle wijze worden gecontroleerd. Niet alleen is het mogelijk te bepalen of ze defect zijn, maar ook kan de belangrijkste eigenschap, de versterkingsfactor, worden gemeten. De versterkingsfactor wordt gemeten door middel van een hulpsignaal hetgeen betekent dat de dynamische versterkingsfactor wordt bepaald, en niet de statische.
Verder kan van volkomen obscure transistors worden vastgesteld of ze van het PNP- of van het NPN-type zijn en wat de collector-, de basis- en de emitteraansluiting zijn. Van dioden kan op eenvoudige wijze worden onderzocht wat de katode en wat de anode is en of ze nog goed functioneren.
De schakeling (zie afb. 1) bestaat uit een generator die een toon met een frequentie van circa 1000 Hz opwekt (TR_1), een mengtransistor (TR_2) en een eindtransistor (TR_3) die een lampje stuurt.
De te testen transistor wordt tussen de punten C, B en E (collector, basis

R 6831



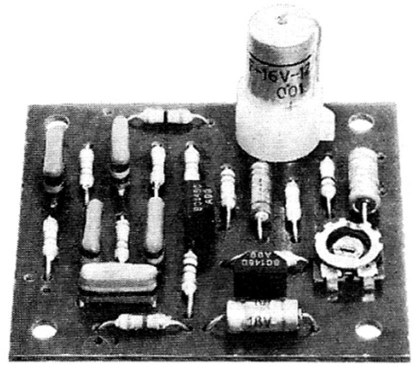
afb. 1



en emitter) aangesloten. De schakelaar SW heeft twee standen, NPN en PNP. Als het transistortype bekend is, kan deze schakelaar meteen in de juiste stand worden geplaatst. De te testen transistor is nu zo geschakeld, dat hij een stroom van 1 mA voert, een stroom die zo klein is dat geen enkele transistor er door beschadigd kan worden, ook niet wanneer de aansluitingen verwisseld zijn of de schakelaar SW in de verkeerde stand staat. Is de transistor goed aangesloten en is hij in goede conditie, dan zal hij het 1000-Hz signaal van TR_1 versterken en via C_9 en R_{16} aan de basis van de mengtransistor toevoeren. Maar het signaal van TR_1 gaat ook via R_5, C_8 en R_{15} rechtstreeks naar de basis van de mengtransistor. De testtransistor keert het signaal echter om, zodat de beide signalen op TR_2 in tegenfaze zijn en in feite van elkaar worden afgetrokken. Door middel van R_5 kan het directe signaal zo sterk worden gemaakt dat het precies gelijk is aan het door de testtransistor versterkte signaal, zodat de beide signalen bij TR_2 elkaar juist opheffen. Hoe groter de versterking van de testtransistor is, des te groter zal het directe signaal moeten zijn om het gelijk te laten zijn aan het versterkte signaal. De sterkte van het directe signaal, nodig om het door de testtransistor versterkte signaal te compenseren, is daarom een maat voor de versterking van die testtransistor. Potentiometer R_5 is voorzien van een (bijgeleverde) schaalverdeling, waarop deze versterking kan worden afgelezen.
De dioden D_1 en D_2 richten het door TR_2 versterkte signaal gelijk en bepalen de instelling van TR_3, die het lampje L stuurt. Omdat R_5 zo is ingesteld, dat de twee signalen elkaar bij de basis van TR_2 opheffen zal het lampje dan minimaal oplichten.
De testprocedure van een bekende transistor is dus eenvoudig: aansluiten op C, B en E, SW in de juiste stand zetten, R_5 zo instellen dat het lampje minimaal oplicht en de versterking aflezen op de schaal van R_5. Is de transistor defect, dan wordt geen punt gevonden waar het lampje „dipt". Hetzelfde geldt als de transistor verkeerd is aangesloten. Het doorlichten van een volkomen onbekende transistor is dan ook een kwestie van het verwisselen van de aansluitingen en het omschakelen van de schakelaar, net zo lang tot bij verdraaiing van R_5 ergens een dip wordt gevonden. De transistor kan nooit worden beschadigd en ook de transistortester ondervindt geen nadelige gevolgen van zo'n zoekoperatie.
Dioden kunnen worden getest door ze tussen de punten A en K aan te sluiten, terwijl R_5 linksom gedraaid is. Is de katode verbonden met punt K en de anode met punt A dan moet het lampje oplichten, maar draait men de aansluitingen om dan mag het lampje bijna niet oplichten. Brandt het lampje in beide gevallen, of brandt het in beide gevallen juist niet, dan is de diode defect.
Met de tester kunnen ook de anode- en de katodeaansluiting van een onbekende diode worden opgespoord.
Het onderdelenpakket bevat niet alleen alle elektronische onderdelen, maar ook de potentiometer, een knop met wijzer, een schaalverdeling, de NPN-PNP-schakelaar en een lamphouder met lampje. Als voeding kunnen twee platte 4½-volts batterijen of één van de voedingseenheden R 6606 en R 6827 worden gebruikt.
Het verdient aanbeveling de tester in een kastje te bouwen. Op het kastje kunt u dan vijf aansluitklemmen monteren, die zowel geschikt zijn om draden te klemmen als om banaanstekers in te steken. Als u de afstand tussen E-, B- en C-klem niet te groot maakt, kunt u de aansluitdraden van langdradige transistors vastklemmen. Voor het testen van gebruikte transistors, waarvan de aansluitdraden gekortwiekt zijn, of van transistors met aansluitpennen neemt u dan drie snoertjes met aan de ene kant een banaansteker (die u in de aansluitklemmen steekt) en aan de andere kant een krokodil die u op de korte aansluitdraden of de pennen van de transistor klemt.
Voor de diodeklemmen geldt natuurlijk hetzelfde.
Wilt u de tester een wat professioneler aanzien verschaffen, dan kan een volt- of een milliampèremeter worden toegevoegd. Neem een voltmeter met een volleschaaluitslag van 6 à 10 volt en schakel die *over* het lampje; of een milliampèremeter met een volleschaaluitslag van 50 à 100 mA en schakel die *in de plaats* van het lampje. In beide gevallen komt de plusklem van de meter aan R_{24}. R_{22} wordt zo afgeregeld dat een scherpe „dip" optreedt.

1000-Hz generator R 6830

De generator R 6830 levert een zuiver sinusvormig signaal met een frequentie van circa 1000 Hz en een spanning van ongeveer 1,5 volt. Deze generator kan worden gebruikt voor tal van toepassingen, bij voorbeeld om versterkers „door te fluiten" bij het opsporen van fouten of defecten. U voert het 1000-Hz signaal dan toe aan de basis van de laatste transistor, daarna aan die van de voorlaatste transistor en zo voort. Het mankement bevindt zich dan tussen de laatste transistor die het signaal nog versterkte en de basisaansluiting van de transistor die dat niet meer deed.



R 6830

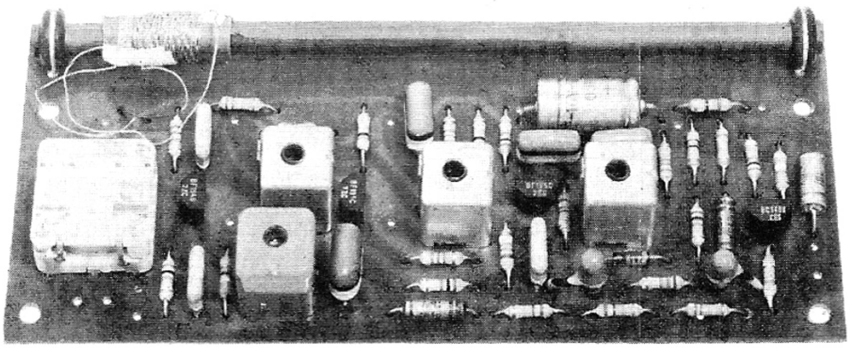
In plaats van de doorverbinding op het printje kan ook een seinsleutel worden aangesloten, waardoor een morsesounder ontstaat. Het uitgangssignaal is sterk genoeg om een hoogohmige hoofdtelefoon te sturen, maar u kunt het signaal ook aan een eindversterker toevoeren.
Verder kunt u de generator gebruiken om het hoogfrequentsignaal van een meetzender te moduleren, om de oproeptoon te leveren voor een intercom of als signaalbron voor een meetbrug met nulpuntsindicatie.
Wij wijzen erop dat het meetbrugje R 6516 en de afregeloscillator (meetzender) R 6609 al een ingebouwde 1000-Hz generator hebben.

Middengolfafstemeenheid R 6902

De middengolf is nog steeds „in", ondanks het feit dat de kwaliteit van de FM-uitzendingen op de ultrakortegolf aanmerkelijk beter is. Eén van de redenen is dat op de middengolf een veel groter aantal zenders kan worden ontvangen dan op de FM-band. Niet alle stations zenden op de FM-band uit; Radio Veronica doet dat bijvoorbeeld niet. Bovendien is het zendbereik van middengolfzenders aanmerkelijk groter dan van FM-zenders, zodat men op de middengolf een ruimere keus heeft. Met de MG-afstemeenheid R 6902 kunnen zenders in de frequentieband van 517 tot 1620 kHz worden ontvangen. Een ingebouwde lange

ferroceptor garandeert een grote gevoeligheid.
De ontvangst met de ferroceptor kan echter worden gehinderd in ruimten die omgeven zijn door metaal. Dit is het geval in auto's en stalen boten, maar ook in sommige gebouwen wanneer die uit gewapend beton zijn opgetrokken. In deze gevallen kan de afstemeenheid geschikt worden gemaakt voor ontvangst via een draad- of sprietantenne of voor aansluiting op een centraal antennesysteem. De ferroceptor moet dan worden vervangen door een antenne spoel, die los verkrijgbaar is. Vervanging van de ferroceptor en gebruik van een goede buitenantenne kan ook in „normale" gevallen de ontvangst van verafgelegen zenders verbeteren, maar hiervan mag u geen wonderen verwachten omdat de ontvangst van verre stations doorgaans belemmerd wordt door dichterbij gelegen zenders en atmosferische storingen.
De R 6902 is geheel uitgerust met moderne silicium transistors.
Deze eenheid moet worden gevoed met 9 volt, min aan massa, en neemt ca. 7mA stroom op. Hierdoor is voeding uit een kleine batterij mogelijk. Meestal zal de afstemmer echter worden gecombineerd met andere schakelingen, bijvoorbeeld een versterker, ook als deze een hogere voedingsspanning heeft. Een eenvoudige schakeling met zenerdiode brengt die spanning dan omlaag tot de vereiste 9 volt. Vanzelfsprekend is het ook mogelijk de afstemeenheid afzonderlijk te voeden met één van de voedingseenheden R 6704 (9 V 30 mA), R 6606 (9 V 300 mA) en R 6827 (9 V 500 mA).
De uitgangsspanning van de R 6902 bedraagt 150 mV, voldoende voor het sturen van de eindversterkers uit het Philips programma onderdelenpakketten (R 6834 of R 7014). Desgewenst kan een toonregeleenheid worden tussengeschakeld.

R 6902



Slot van pagina 11

flux (het aantal krachtlijnen) bij een bepaalde magnetische veldsterkte. Het magnetische geleidingsvermogen noemt men de „permeabiliteitsfactor", aangeduid met μ.

Wat is het belang van dit alles? Maxwell toonde aan dat de snelheid, waarmee de door hem voorspelde elektromagnetische velden zich door een stof zouden voortplanten, afhankelijk is van het geleidingsvermogen van die stof voor elektrische en magnetische velden, dus van ε en μ. Om precies te zijn: hij vond voor de voortplantingssnelheid c de formule $c = 1/\sqrt{\varepsilon\mu}$.
De beide soorten geleidingsvermogen kon men invullen in de formule. Voor het luchtledige vond Maxwell c = 300 000 km/sec. En dat is, zoals hij al wist, precies de snelheid van het licht.
De betekenis van het hersenbrekende rekenwerk van Maxwell is dus enorm. Eerst toonde hij aan dat er elektromagnetische golven moesten bestaan, daarna gaf hij nauwkeurig aan hoe die golven zich zouden gedragen en tenslotte beweerde hij dat ook het licht een elektromagnetisch golfverschijnsel moest zijn. De eerste twee punten zijn bewezen door Hertz. Het laatste punt scheen de theorie van Huygens te bevestigen, dat het licht een golfbeweging is.

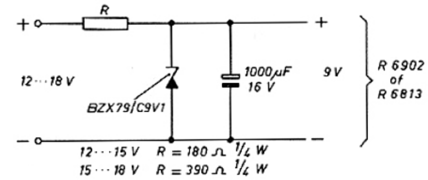
Licht- en radiogolven

Als licht- en radiogolven familie van elkaar zijn, hoe komt het dan dat ze zich verschillend gedragen? Op deze vraag heeft Maxwell ook al het antwoord gegeven. Hij stelde namelijk dat er geen wezenlijk verschil bestaat, maar dat het gedrag afhangt van de frequentie ofte wel de golflengte. Zo bezien kunnen we zeggen dat onze ogen gevoelig zijn voor een klein deel van het elektromagnetische spectrum en dat deel noemen we licht. De natuur had ons voor hetzelfde geld kunnen uitrusten met een zintuig dat gevoelig is voor een heel ander deel van het spectrum, bijvoorbeeld het stuk dat wij nu de radioband noemen en waarvoor we ons oor in feite met een elektronisch verlengstuk, de ontvanger, geschikt kunnen maken.
Licht- en radiogolven vormen nog maar een klein deel van het totale spectrum. Er zijn ook nog röntgenstralen, ultraviolette en infrarode stralen, gammastralen en kosmische stralen.
Uit het bovenstaande verhaal blijkt wel dat Christiaan Huygens met zijn golftheorie heeft gezegevierd over Newton met zijn emissietheorie. Maxwell en Hertz hebben dat bewezen. Huygens' overwinning is echter niet alleen posthuum, maar ook onvolledig. Want omstreeks 1900, toen iedereen zich had neergelegd bij Maxwells bewijs voor Huygens golftheorie, kwam de fysicus Max Planck met de z.g. quantumtheorie, die inhield dat licht wel degelijk bestaat uit deeltjes, lichtquanta of fotonen geheten, die zich echter gedragen als golven. Achteraf blijkt dus dat golf- en deeltjestheorie verschillende benaderingen van de quantum theorie zijn. Zowel Huygens en Maxwell als Newton hadden gelijk.

Erkenning

Maxwell overleed in 1879 op 48-jarige leeftijd, en heeft dus niet meer het genoegen mogen smaken zijn theorie bevestigd te zien door de experimenten van Hertz. Niettemin zal hij wel niet getwijfeld hebben aan zijn gelijk. De eenheid van magnetische flux, dat is populair gezegd de magnetische stroom die door een zekere oppervlakte gaat, werd tot voor een tiental jaren uitgedrukt in maxwell (Mx), maar deze eenheid is om praktische redenen vervangen door de weber (Wb), die honderdmiljoen maal zo groot is. In de elektrotechniek komen we Maxwell dus niet vaak meer tegen.
Hertz heeft een meer blijvende erkenning gevonden: de eenheid van frequentie is naar hem genoemd. 1 Hz is één periode per seconde. Afgezien van deze „erkenning in eenheden", hebben beide gemetseld aan een hechte fundering voor de radiotechniek.

Het voeden van versterkerschakelingen



Afb. 1. Deze schakeling maakt het mogelijk de afstemeenheden R 6813 en R 6902 te voeden met een hogere spanning dan 9 volt. Gebruik voor elke afstemeenheid een afzonderlijke hulpschakeling.

Een hebbelijkheid die alle elektronische schakelingen gemeen hebben, is dat ze gevoed wensen te worden. In de handleidingen van de Philips onderdelenpakketten is daarom altijd aangegeven hoe, en met welke spanning, de schakeling moet worden gevoed.
Lastiger wordt het wanneer een aantal schakelingen wordt gecombineerd tot bij voorbeeld een versterker, want dan rijst onmiddellijk de vraag of de schakelingen door één voedingseenheid gevoed kunnen worden. Het antwoord op deze vraag hangt af van twee dingen, namelijk of de schakelingen op dezelfde voedingsspanning kunnen werken en of één voedingsapparaat voldoende stroom kan leveren.
Voordat we onderzoeken hoe een bepaalde combinatie van „muziek"-onderdelenpakketten het best kan worden voorzien van de nodige voedingsmiddelen, zullen we eerst in tabel 1 samenvatten met welke spanning deze schakelingen gespijsd dienen te worden en hoeveel stroom ze daarbij opnemen.

Uit de tabel blijkt dat vele schakelingen gevoed kunnen worden met 9 volt, behalve de 4 . . . 10-W versterker R 6834 en de afstemeenheden R 6701F en R 6806. Bij spanningen van 12 volt en hoger valt versterker R 7014 uit de boot en is voor de afstemeenheden R 6813 en R 6902 een hulpschakeling nodig (zie afb. 1).
R 6913 en R 6915 kunnen direct op elke spanning tussen 9 en 18 volt worden aangesloten.
R 6905 en R 6903 kunnen op 9 of 18 volt worden ingesteld. De voedingsspanning mag dan respectievelijk 9 tot 12 en 15 tot 18 volt zijn, zonder speciale maatregelen.
Voor R 6902 is in de handleiding een schakeling aangegeven waardoor voeding met 12 tot 18 volt mogelijk is. Voor R 6813 kan dezelfde schakeling worden toegepast, die in afbeelding 1 is weergegeven. Als beide afstemeenheden worden gebruikt, is voor elk een afzonderlijke hulpschakeling nodig.
Stereodecoder R 6823 mag in de 9-volts instelling worden gevoed met spanningen tussen 9 en 12 volt en in de 15-volts instelling met spanningen tussen 15 en 18 volt. Het stereo-indicatielampje dient echter steeds op 6 volt te werken. Dat wil zeggen dat de voorschakelweerstand moet worden aangepast: bij 9 volt voeding is de voorschakelweerstand R = 0 Ω, bij 12 volt is R = 82 Ω, bij 15 volt is R = 150 Ω en bij 18 volt is R = 220 Ω (allen 1/2 W).
Voor aansluiting: zie de handleiding. De R 6823 mag alleen met een gestabiliseerde voeding worden gevoed.
Twee nieuwe onderdelenpakketten, de F.M-afstemeenheid R 6701 F en de M.G-afstemeenheid R 6806, vallen helemaal uit de toon. Deze kunnen n.l. uitsluitend worden gevoed met een spanning van 15 volt waarbij de opgenomen stroomsterkte resp. 18 mA en 15 mA bedraagt.

Tabel I

Onderdelenpakket	Typenr.	Opgenomen stroomsterkte in mA bij voeden met: 9 V	12 V	15 V	18 V
MG-afstemeenheid	R 6902	7	17 1)	33 1)	23 1)
FM-afstemeenheid	R 6813	7	17 1)	33 1)	23 1)
Stereodecoder	R 6823	77	82	90	96
FM-afstemeenheid	R 6701F	—	—	18	—
MG-afstemeenheid	R 6806	—	—	15	—
Toonregeleenheid	R 6903	2	2,3	2,7	3
Universele voorversterker	R 6905	2	2,3	2,7	3
Ruis- en dreunfilter	R 6913	1	1,3	1,7	2
Aanpassingseenheid	R 6915	0,5	0,65	0,85	1
4 . . . 10-W versterker	R 6834				
met 4-ohm luidspreker		—	540	680	800
met 8-ohm luidspreker		—	310	400	475
Universele 2½-W versterker	R 7014	400	—	—	—

1) Alleen met de hulpschakeling van afbeelding 1.

Tabel 2

Typenr.	Spanningsbereik	Maximum-stroomsterkte in mA bij: 9 V	12 V	15 V
(R 6606)	9 V	300	—	—
R 6704	9 V	30	—	—
R 6822	5 . . . 15 V	1250	1500	1000
R 6827	6 of 9 V	500	—	—

Voedingseenheden

Het Philips programma onderdelenpakketten omvat op het ogenblik drie voedingseenheden. De gegevens zijn vermeld in tabel 2. Ook die van type R 6606, die niet meer leverbaar is maar die sommigen misschien nog in hun bezit hebben, zijn in deze tabel opgenomen.

Combinaties zonder eindversterker

Uit tabel 1 blijkt dat de beide eindversterkers R 6834 en R 7014 de enige zijn die roet in de voeding gooien omdat de laatste alleen met 9 volt en de eerste juist niet met 9 volt gevoed dient te worden.
Hebt u een combinatie zonder eindversterker, dan bent u vrij in het kiezen van de voedingsspanning, maar een spanning van 9 volt ligt het meest voor de hand omdat u dan:

1 één van de goedkopere voedingseenheden R 6606, R 6704 of R 6827 kunt gebruiken;
2 elke schakeling rechtstreeks kunt voeden, zonder dat voor de beide afstemeenheden een spannings-

verlagende hulpschakeling (afb. 1) nodig is.

Wèlke van de voedingseenheden u moet gebruiken hangt af van de totale stroom die de schakelingen vragen. Voor combinaties zonder eindversterker(s) vindt u de totale stroomsterkte door de in tabel 1 opgegeven waarden op te tellen.

Voorbeeld: Voor een stereoversterker met twee afstemeenheden, maar zonder stereodecoder, is nodig: 2×7 mA (R 6902 en R 6813), 2×2 mA (2×R 6903), 2×2 mA (2×R 6905), 2×1 mA (2×R 6913) plus 2× 0,5 mA (2×R 6915), in totaal 25 mA. Deze combinatie kan dus worden gevoed door voedingseenheid R 6704

Maakt ook de stereodecoder deel uit van de combinatie, dan is in totaal 25 + 77 mA = ruim 100 mA nodig en zult u voedingseenheid R 6827 (of R 6606) moeten gebruiken.

Dit alles geldt bij voeden met 9 volt. Bij een hogere spanning nemen de schakelingen niet alleen meer stroom, maar kunt u ook geen gebruik meer maken van de goedkopere voedingseenheden, die alleen maar 9 volt kunnen leveren.

Combinaties met R 7014

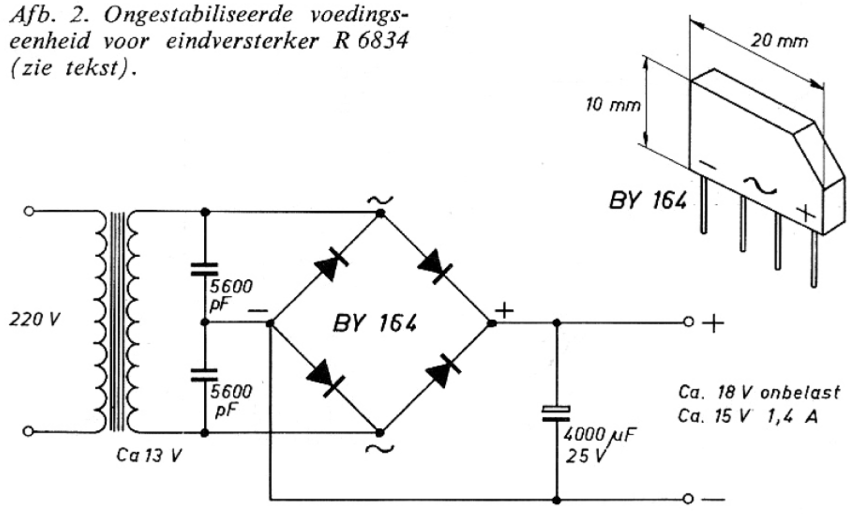
Wanneer de 2½-W versterker R 7014 in de combinatie zit, dient u alle schakelingen te voeden met 9 volt. De R 7014 alleen vraagt maximaal 400 mA; u kunt dus kiezen uit de voedingseenheden R 6827 en R 6822 (ingesteld op 9 volt).

Betreft het een stereo-combinatie met twee R 7014's, dan zou alleen voor de beide eindversterkers al 800 mA nodig zijn. Nu blijkt in de praktijk dat de R 7014 alleen in de sterkste geluidspieken 400 mA opneemt en dat de voedingseenheid R 6827 gedurende korte tijd wel 800 mA kan opbrengen, al werkt de stabilisatie dan tijdelijk niet of niet goed meer. Het is dus mogelijk een stereo-combinatie met twee R 7014's plus een aantal voorversterkers en dergelijke (R 6903, R 6905, R 6913, R 6915, R 6902 en R 6813) met één voedingseenheid R 6827 te voeden, *mits de versterker alleen wordt gebruikt voor het weergeven van normale spraak en muziek.*

Combinaties met R 6834

Voor de 4 . . . 10-W versterker R 6834 geldt hetzelfde als hierboven voor de R 7014 werd geschreven. Hoewel deze versterker met een 4-ohm luidspreker bij 15 volt maximaal 680 mA consumeert, kan een stereo-combinatie met twee R 6834's plus een aantal voorversterkers en dergelijke worden gevoed, met één voedingseenheid R 6822, ingesteld op 15 volt, *mits alleen spraak en muziek worden weergegeven.*

Afb. 2. Ongestabiliseerde voedingseenheid voor eindversterker R 6834 (zie tekst).



Wanneer in de stereo-combinatie twee eindversterkers R 6834 voorkomen, kunnen de volgende wegen worden bewandeld:

1. Alle eenheden voeden met R 6822, ingesteld op 15 volt. Er is maar één voeding nodig maar de beide afstemeenheden en de stereodecoder, die samen bij 15 volt circa 140 mA opnemen, kunnen beter niet door dezelfde voedingseenheid worden gevoed.
2. Alle eenheden voeden met R 6822, ingesteld op 12 volt. Voordelen: de eindversterkers nemen minder stroom en de voeding kan meer stroom leveren dan bij 15 volt; daardoor kunnen de beide afstemeenheden en de stereodecoder deel uitmaken van de combinatie. Er is maar één voeding nodig. De eindversterkers leveren echter slechts 4,5 watt max. aan een 4-ohm luidspreker; de afstemeenheden behoeven een hulpschakeling volgens afbeelding 1.
3. De eindversterkers R 6834 voeden met voedingseenheid R 6822, ingesteld op 15 volt, en alle overige schakelingen voeden met R 6827 (9 volt). Voordelen: de afstemeenheden en de stereodecoder kunnen in de combinatie worden opgenomen en de afstemeenheden hebben geen hulpschakeling nodig.
4. De eindversterkers met 18 volt voeden uit een ongestabiliseerd voedingsapparaat (zie afb. 2) en alle overige schakelingen voeden met R 6827. Voordelen: dezelfde als bij punt 3 terwijl bovendien de eindversterkers maximaal 10,4 watt aan een 4-ohm luidspreker kunnen leveren.

Ongestabiliseerde voedingseenheid

Voor het voeden van eindversterkers van het type R 6834 kan een ongestabiliseerde voedingseenheid worden gebruikt, zoals in afbeelding 2 is getekend. De voedingsspanning mag nooit, ook niet bij nullast, hoger zijn dan 18 volt. Hieraan zal zijn voldaan als de secundaire spanning van de voedingstransformator niet hoger is dan 13 volt, dus b.v. twee wikkelingen van 6,3 volt in serie, en een gelijkrichter van het type BY 164 wordt gebruikt. Deze mag maximaal 1,4 ampère gelijkrichten bij spanningen lager dan 40 volt.

De twee condensatoren van 5600 pF zijn nodig om bepaalde storingen te vermijden. De afvlakcondensator dient bij voorkeur niet kleiner te zijn dan 4000 µF, om brom te voorkomen. Bovendien fungeert deze condensator als buffer, zodat kortstondig grotere stromen kunnen worden geleverd. De transformator moet secundair ongeveer 2 ampère kunnen leveren, dus b.v. twee wikkelingen van 6,3 V 2 A hebben, wanneer een stereoversterker met twee R 6834's, moet worden gevoed.